

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-224830

(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.Cl.

H02K 33/16

(21)Application number : 11-022268

(71)Applicant : MINEBEA CO LTD

(22)Date of filing : 29.01.1999

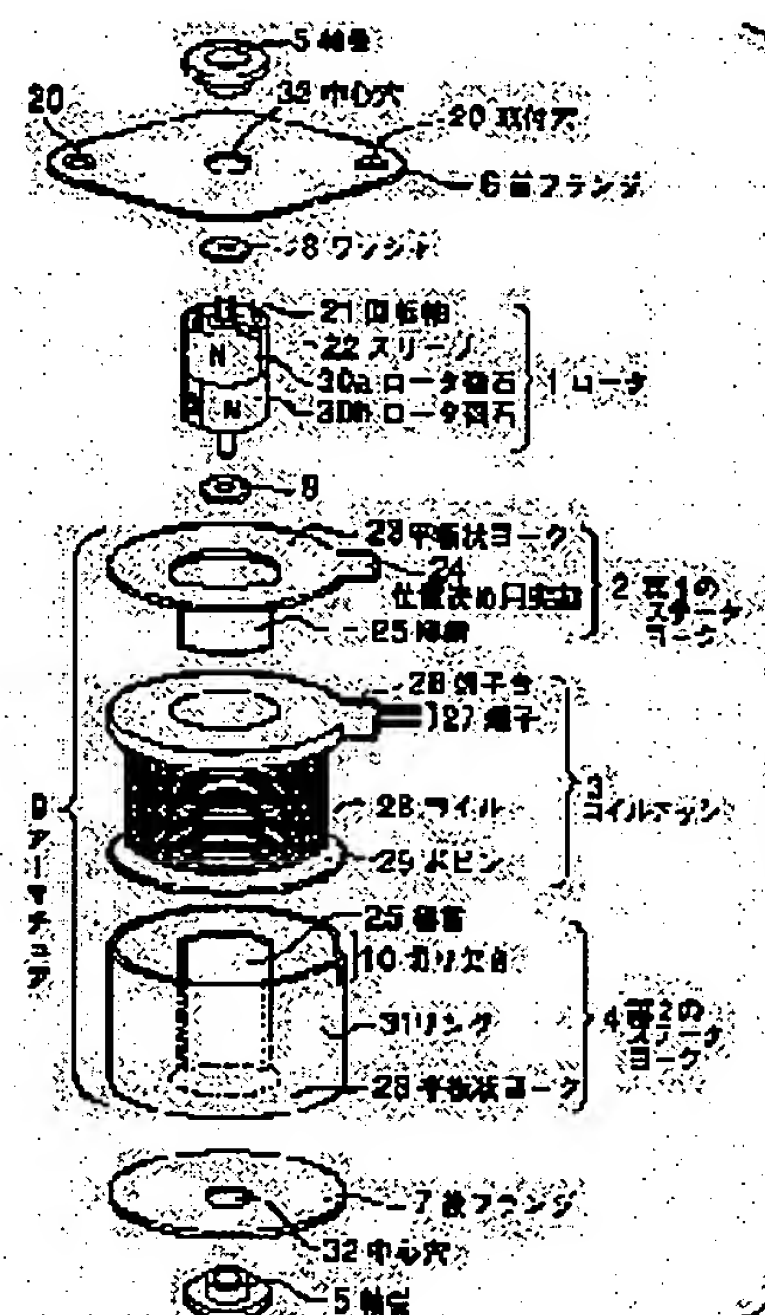
(72)Inventor : FUJITANI SAKAE
SUZUKI YUZURU
KAGAWA MASAKI

(54) ACTUATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rotor magnet structure which ensures detent torque sufficiently and has characteristic of wide range of rotating operation angle, in a single phase structure actuator.

SOLUTION: An armature 9 is constituted of stator yokes 2, 4 and a coil 28. The stator yokes 2, 4 are constituted of a pair of flat plate type yokes 23 composed of soft magnetic material, a pole tooth 25 which is protruded in the axial direction from the inner peripheral end of the yoke and arranged stretching in the circumferencial direction, and a cylindrical ring 31 stretching in the same direction as the magnetic pole from the outer peripheral end of the flat plate type yoke. The coil 27 is installed in a coil receiving part of an annular recess which is formed of the flat plate type of the stator yoke, the pole tooth and the cylindrical ring. An actuator 10 of single phase structure is constituted by facing a rotor 1 provided with a field magnet constituted of a permanent magnet to the pole tooth 25 of the stator at a fine interval. A rotor magnet has a cylindrical form, a plurality of the magnets are connected in the axial direction, and the magnetic poles of the respective magnets are mutually shifted in the peripheral direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.09.2002

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-224830

(P2000-224830A)

(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

特許庁 (参考)

H 0 2 K 33/16

H 0 2 K 33/16

B 5 H 6 3 3

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-22268

(22) 出願日 平成11年1月29日 (1999.1.29)

(71) 出願人 000114215

ミネベア株式会社

長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106-73

(72) 発明者 藤谷 栄

静岡県磐田郡浅羽町浅名1743-1 ミネベア株式会社開発技術センター内

(72) 発明者 鈴木 譲

静岡県磐田郡浅羽町浅名1743-1 ミネベア株式会社開発技術センター内

(74) 代理人 100077827

弁理士 鈴木 弘男

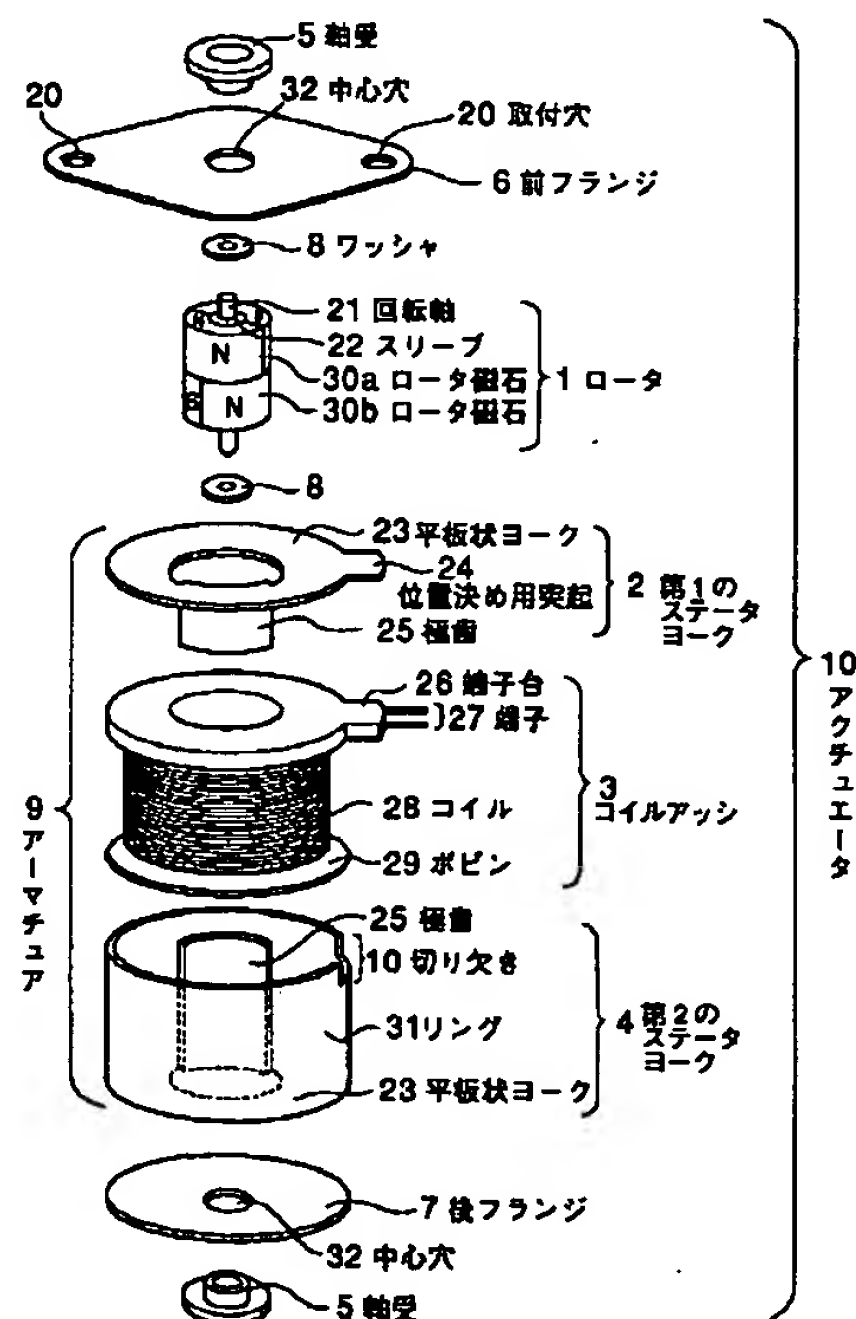
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクチュエータ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 単相構造のアクチュエータにおいて、ディテントトルクが十分確保され、且つ回転動作角度範囲も広い特性を有するロータ磁石構造を提供すること。

【解決手段】 軟磁性材から成る一対の平板状ヨーク23と、平板状ヨークの内周縁端から軸方向へ突出し円周方向に広がりを持って配設された極歯25と、平板状ヨークの外周端から極歯と同方向へ伸びる円筒状リング31とから構成されているステータヨーク2、4と、ステータヨークの平板状ヨーク、極歯及び円筒リングで形成される環状凹状のコイル受け部内に設置されたコイル28とでアーマチュア9を構成し、永久磁石ロータより成る界磁用磁石を設けたロータ1をステータの極歯25と微小間隔で対向させて成る、単相構造のアクチュエータ10において、ロータ磁石は円筒形状であり、かつ複数個軸方向に連結されており、かつ各磁石の磁極どうしを互いに周方向にずらせている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コイルを巻回したアーマチュアのコイル巻回部の内部に微小間隔を介してロータ磁石を回転自在に配置させた単相構造のアクチュエータにおいて、前記ロータ磁石を複数の磁石を軸方向に連結させて構成し且つ各磁石の磁極どうしを互いに周方向にずらしたことを特徴とするアクチュエータ。

【請求項2】 軟磁性材から成る一對のほぼ円形ドーナツ状の平板状ヨークと、該平板状ヨークの内周縁端から軸方向へ突出し円周方向に広がりを持って配設された極歯と、前記ヨークの外周端に前記極歯と同方向へ伸びる円筒状リングとから構成されているステータヨークと、該ステータヨークの前記平板状ヨーク、極歯及び円筒リングで形成される環状凹状のコイル受け部内に設置された絶縁線材を巻回して形成したコイルとでアーマチュアを構成し、該ステータ両端面に軸受を設けたフランジを有するステータアセンブリに、永久磁石ロータより成る界磁用磁石（以後、「ロータ磁石」と言う）を設けたロータを該ステータの前記極歯と微小間隔で対向させて成る、ロータ磁極数がH（Hは偶数）の単相構造のクローボール型アクチュエータにおいて、前記ロータ磁石は複数の磁石を軸方向に連結させて構成した円筒形状であり、且つ各磁石の磁極どうしを互いに周方向にずらしたことを特徴とするアクチュエータ。

【請求項3】 前記ロータ磁石の外径は3mm以下で全ての磁石の外径寸法が等しいことを特徴とした請求項2に記載のアクチュエータ。

【請求項4】 各磁石の軸方向の長さが均等であることを特徴とした請求項2に記載のアクチュエータ。

【請求項5】 各磁石は磁気異方性であり、前記ロータ磁石が2個の磁石で構成されていることを特徴とした請求項2に記載のアクチュエータ。

【請求項6】 各磁石どうしの周方向のずらし量は電気角で10～60（度）の範囲であることを特徴とした請求項5に記載のアクチュエータ。

【請求項7】 各磁石どうしの連結部にはロータ磁石の最外径と等しいか又は小さい径のスペーサが配設されていることを特徴とした請求項2に記載のアクチュエータ。

【請求項8】 各磁石とスペーサとが相対する面には、該磁石の周方向の位置決めのための1対以上の突起と窪みが配設されていることを特徴とした請求項7に記載のアクチュエータ。

【請求項9】 前記磁石の端面には周方向の位置決めのための位置出し用溝または穴が配設されていることを特徴とした請求項5に記載のアクチュエータ。

【請求項10】 複数の磁石をスペーサを介して接着固定する請求項1に記載のアクチュエータにおいて、前記磁石の中心穴近傍、または前記スペーサ、またはその両方に接着剤溜りを設けたことを特徴とするアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、単相構造のアクチュエータの構造、特に組立が容易で、ホールディングトルクとディテントトルクのバランスが良く、且つ、回転反復動作が安定したアクチュエータのロータ構造に関する。

【0002】

【従来の技術】たとえば単相構成のクローボール型構造のアクチュエータにおいては、内部にストッパ機構を設け、コイルを励磁することにより、ロータを反復回転動作させるアクチュエータの技術がすでに本発明者らにより提案されている。この種のアクチュエータにおいては、ディテントトルクを確保しながら且つ、回転動作角度範囲を大きくすることが望まれている。

【0003】しかしながら、一般的に、ディテントトルクを大きくすれば、回転動作角度範囲が狭くなり、逆に、ディテントトルクを小さくしなければ、回転動作角度範囲を広くすることができない。すなわち、ディテントトルクと回転動作角度範囲は相反する性格を持つものである。特に、アクチュエータの小型化のために、焼結型の磁気異方性（例えば、極異方性）をもつ高性能希土類磁石（例えば、Nd系磁石、Sm系磁石）使用の場合にはその傾向は著しい。

【0004】ディテントトルクを確保しながら且つ回転動作角度範囲を大きくするロータ磁石側の技術として、例えば、2極の場合、片極（例えばN極のみ）の磁極センタ部に軸方向に沿って溝またはカットを施し、N極とS極との磁氣的バランスを崩して拡大する方法がある（図5参照）。しかし、溝またはカット部の形状（具体的には溝またはカットの中心角 α ）の精度を確保するためには多くの工程を要し加工が煩雑となる欠点がある。その理由は焼結磁石の場合、焼き上げた後に磁石外周を研磨するためであり、磁石外周に溝またはカットがある場合には、円筒度が確保できないばかりでなく、溝またはカットの安定した形状維持が困難となるからである。また、溝またはカットを機械加工すればコストが上がる欠点がある。

【0005】従って、磁石の加工、精度維持および、コストを考慮すると磁石外周形状は溝又はカットの全くない、円筒形状が好ましい。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の問題に鑑み、単相構造のアクチュエータにおいて、ディテントトルクが十分確保され、且つ回転動作角度範囲も広い特性を有する、ロータ磁石構造を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するため、コイルを巻回したアーマチュアのコイル巻回部の内部に微小間隔を介してロータ磁石を回転自在に

配置させた単相構造のアクチュエータにおいて、前記ロータ磁石を複数の磁石を軸方向に連結させて構成し且つ各磁石の磁極同士を互いに周方向にずらしたことを特徴とする。

【0008】また、軟磁性材から成る一対のほぼ円形ドーナツ状の平板状ヨークと、該平板状ヨークの内周縁端から軸方向へ突出し円周方向に広がりを持って配設された極歯と、前記ヨークの外周端に前記極歯と同方向へ伸びる円筒状リングとから構成されているステータヨークと、該ステータヨークの前記平板状ヨーク、極歯及び円筒リングで形成される環状凹状のコイル受け部内に設置された絶縁線材を巻回して形成したコイルとでアーマチュアを構成し、該ステータ両端面に軸受を設けたフランジを有するステータアセンブリに、永久磁石ロータより成る界磁用磁石（以後、「ロータ磁石」と言う）を設けたロータを該ステータの前記極歯と微小間隔で対向させて成る、ロータ磁極数 H （ H は偶数）の単相構造のクローボール型アクチュエータにおいて、前記ロータ磁石は円筒形状であり、前記ロータ磁石を複数の磁石を軸方向に連結させて構成し且つ各磁石の磁極同士を互いに周方向にずらしたことを特徴とする。

【0009】また、ロータ磁石外径は3mm以下で全ての外径寸法が等しいことを特徴とした。

【0010】また、各磁石の軸方向の長さが均等であることを特徴とした。

【0011】また、各磁石は磁気異方性であり、2個のロータ磁石で構成されていることを特徴とした。

【0012】また、各磁石どうしの周方向のずらし量は電気角で10~60（度）の範囲であることを特徴とした。

【0013】また、各磁石どうしの連結部にはロータ磁石の最外径と等しいか又は、小さい径のスペーサが配されていることを特徴とした。

【0014】また、各磁石とスペーサとが相対する面には、該磁石の周方向の位置決めのための1対以上の突起と窪みが配設されていることを特徴とした。

【0015】また、分割されたロータ磁石の端面には、該ロータ磁石の周方向の位置決めのための位置出し用溝または穴が配設されていることを特徴とした。

【0016】また、分割された複数のロータ磁石をスペーサを介して接着固定する請求甲に記載のアクチュエータにおいて、ロータ磁石の中心穴近傍、または前記スペーサ、またはその両方に接着剤溜りを設けたことを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図を用いて説明する。

【0018】まず、本発明の第1の実施の形態を図1で説明する。図1は本発明を適用した単相のクローボール構造のアクチュエータの展開斜視図で、ロータ磁石が2極で、軸方向に2個の磁石を連結させたものを示してい

る。図示した例は、ステータヨークが平板状ヨーク部と極歯部が一体化された第1のステータヨークと、平板状ヨーク部と極歯部と円筒状リング部が一体化された第2のステータヨークとで構成された例である。

【0019】アクチュエータ10は、ロータ1と、アーマチュア9と、前後のフランジ6、7と、軸受5の4つの部分から構成されている。さらにアーマチュア9は第1のステータヨーク2と、コイルアッシ3と、第2のステータヨーク4の3つの部分で構成されている。

10 【0020】まず、ロータ1は、各々周方向2極に着磁された2個の磁石30aと30bを周方向に磁極をずらした状態で軸方向に直接連結されており、スリーブ22を介して回転軸21に同心を出して固定される。磁石30a、30bとスリーブ22と回転軸21の固定は本実施の形態では接着により行われている。

20 【0021】アーマチュア9は、第1のステータヨーク2と、コイルアッシ3と、第2のステータヨーク4とで構成されており、第1のステータヨーク2はほぼドーナツ形状の平板状ヨーク23とこのヨーク23の内周端から、本実施の形態では軸方向に突出し、周方向に広がりを持った1個の極歯25とが一体的に構成されている。この第1のステータヨーク2の極歯25は、具体的には、本実施例では円板状軟磁性鋼板（純鉄または亜鉛メッキ鋼板）の中心部を軸方向に垂直に抜き起こして形成している。なお、平板状ヨーク23には第2のステータヨーク4に対する周方向の位置関係を定めるための位置決め用突起24が設けられている。

30 【0022】コイルアッシ3は樹脂製ボビン29（樹脂の材質は例えば、液晶ポリマ）にコイル28を巻回したものであり、本実施例ではボビン29の鋸部には端子27を挿入した端子台26が一体的に樹脂成形されている。なお、この端子台26は第2のステータヨーク4のリング31の上端縁に設けた切り欠き10に嵌まり込む構造になっている。

40 【0023】第2のステータヨーク4も、ほぼ円板形状の平板状ヨーク23とこのヨーク23の内周端から軸方向に突出し周方向に広がりを持つ極歯25とが一体的に構成されている点では第1のステータヨーク2と同じであるが、第2のステータヨーク4はさらに平板状ヨーク23の外周端に軸方向に極歯25と平行にリング31が深絞りにより一体的に付加されている点が異なる。なお、先に述べたように第2のステータヨーク4には、リング31に位置出し用切り欠き10が設けられ、第1のステータヨーク2の極歯25と第2のステータヨーク4の極歯25が電気角で180度の位相差を成すように周方向の位置合せと、コイルアッシ3の端子台26の収納ができるようになっている。

50 【0024】アーマチュア9の内部にロータ1を挿入し、前後フランジ6、7の中心穴32に軸受5をそれぞれ取付け、軸受5で回転自在にロータ1を支持するよう

に組立てる。ワッシャ8はロータ1の磁石30a、30bと極歯25の軸方向の位置合わせと軸方向遊びの調整用である。

【0025】なお、前後フランジ6、7と軸受5との固定並びに前後フランジ6、7と第1、第2ステータヨーク2、4への固定は本実施の形態では接着で行なわれるが、機械的カシメ、溶接、樹脂一体モールド等で行ってもよい。

【0026】次に単相のクローボール構造のアクチュエータの動作原理とそのトルク特性について説明する。

【0027】図2はその動作原理を示すための説明図であり、図3、4にそのトルク特性を示した。図2(a)はユニファイラ巻きでバイポーラ駆動の例を示し、図2(b)はバイファイラ巻きでユニポーラ駆動の例を示しているが、どちらも同様な原理であるので、以下図2(a)を参照して説明する。

【0028】図2(a)はステータ部を代表するコイル28とロータ部を代表するロータ磁石30を示している。なお、ロータ磁石30のN、S極のニュートラル位置は周方向にずらした磁石30a、30bの合成した位置を表しているものとする。

【0029】コイル28にはA端子から I_1 電流を流す場合とB端子から I_2 電流を流す場合の2モードがある。まず電流 I_1 によりコイルを励磁すれば、ロータ磁石に近いB端はN極に励磁される。このためロータ磁石のS極側がコイルB端に吸引され、その結果としてCW方向のトルクが働き、ロータ磁石のS極がコイルB端に対向した状態(図2(a)のロータ磁石の状態から90度CW方向に回転)で停止する。

【0030】一方、電流 I_2 によりコイルを励磁すれば、逆に、ロータ磁石に近いB端はS極に励磁される。このためロータ磁石のN極がコイルB端に吸引され、結果としてCCW方向のトルクが働き、ロータ磁石のN極がコイルB端に対向した状態(図2(a)のロータ磁石の状態から90度CCW方向に回転)で停止する。このように、ロータ磁石の回転を規制するものがなければ、このアクチュエータは原理的には励磁により180度(±90度)の反復回転動作をする。

【0031】ところが、本発明ではクローボール構造のため無励磁時のディテントトルクが存在する。従って、摩擦トルクを無視すれば、合成トルクはディテントトルクと励磁トルク(本発明では定格電流でコイルを励磁した時発生するトルクを「定格トルク」と呼びその最大値を T_{rate} と表す)のベクトル和となる。これらのトルク関係を表したのが図3および図4である。図3と図4は第1の実施の形態の典型的なトルク特性であり、ディテントトルク(但し、正弦波近似とし、最大値を T_d とした)は定格トルク(正弦波近似とし、最大値を T_{rate} とした)の半分、すなわち $T_d = T_{rate}/2$ のトルク特性例を示している。

【0032】図3および図4では横軸がロータとステータの相対角度差 θ (図では「角度」と表現)を、縦軸がそのときのトルク値(図では「トルク」と表現)を示したグラフである。説明の都合上、正トルクをCW方向、負トルクをCCW方向として図2(a)のロータ回転方向と対応させている。なお、図3において、実線は合成トルクカーブ(但し、電流は図2の I_1 方向)、破線は定格トルクカーブ(電流方向は同じく I_1 方向)、一点鎖線はディテントトルクカーブを示している。図4は図3に電流の向き I_2 の場合も重ねて表現されている。図3より、角度 θ が0~180度(180~360度)であれば、電流 I_1 による合成トルクは正(負)となり、CW(CCW)方向のトルクを発生し、ロータ磁石はCW(CCW)方向に回転し、トルクが0となる $\theta = 180$ ($\theta = 180$)度の位置で停止する。図4から I_2 電流による合成トルクは、角度 θ が0~180度(180~360度)であれば、負(正)となり、CCW(CW)方向のトルクを発生し、ロータ磁石はCCW(CW)方向に回転しトルク0の $\theta = 0$ ($\theta = 360$ 度=0度)度の位置で停止する。このことは図2の説明と合致する。

【0033】次に本発明の重要な特性であるディテントトルクと反復回転動作範囲とストッパの関係について説明する。

【0034】再度、図4を用いてディテントトルクと反復回転動作範囲とストッパの関係について説明する。図で仮に、 θ_1 と θ_2 の位置にストッパ1、ストッパ2があり、ロータはこの θ_1 と θ_2 の範囲内でのみ反復動作可能な状態にセットされていると仮定すれば、アクチュエータは以下の動作をする。

【0035】コイル無励磁時にはロータが $\theta_3 \sim \theta_1$ ($\theta_2 \sim \theta_3$)の間にあればディテントトルクは正(負)となるので、ロータはCW(CCW)方向のトルクによりストッパ1(2)の θ_1 (θ_2)位置で止まって保持される。この状態で電流 I_2 (I_1)を流し続ければ、ロータは正のディテントトルクに打ち勝ってCCW(CW)方向のトルクを発生して、ストッパ2(ストッパ1)の θ_2 (θ_1)の位置で止まる。もちろん、電流 I_2 (I_1)方向の励磁時間が短く、ロータが θ_3 に到達する前に電流が遮断されれば、ロータは正(負)のディテントトルクによって、初期位置 θ_1 (θ_2)に戻ることになる。

【0036】電流 I_2 (I_1)を十分長い時間流し続け、ロータをストッパ2(ストッパ1)の θ_2 (θ_1)で停止した後励磁を切れば、負のディテントトルクによりロータはこの位置に保持され続ける。この状態でさらに、電流 I_1 (I_2)方向の電流に切替えれば、ロータは負のディテントトルクに打ち勝って逆に、CW(CCW)方向のトルクを発生して、ストッパ1(ストッパ2)の θ_1 (θ_2)の位置に戻って止まる。

【0037】このように本発明はコイルの励磁を切替え

る毎にロータは θ_2 と θ_1 の範囲内を反復動作すると同時に、ディテントトルクを利用し、コイル無励磁のときにもある一定方向にロータを作用させておくことができる特徴を有する。もちろん、先に述べたようにコイル励磁時間を連続的に可変すれば、それに対応してロータの動作時間は連続的に変わる。

【0038】この特徴を利用して、例えば、カメラのシャッタ等の駆動に応用すればディテントトルクで常時シャッタを閉じておき、写真を取る（露光をする）ある必要な時間だけコイルを励磁して開きその後、逆励磁してシャッタを閉じる。その後は励磁を切ってシャッタ閉状態をディテントトルクで保持し続けば、省電力という点で非常に好都合である。もちろん、フィルム露光時間はアクチュエータの励磁および逆励磁時間に対応したシャッタ開閉時間で任意に調整することができて好都合である。

【0039】なお、アクチュエータの大きさはカメラのレンズ鏡筒部に組込み可能なもので、その外形寸法は小さい必要がある。第1の実施例では直径6mm、長さ5.1mmの小型サイズであり、そのロータ磁石寸法はわずか直径2.5mm、長さ3.4mm(2個分)と小さいものである。このような小さいものを軸方向に精度良く複数個積層するには以下に述べるスペーサや位置出し用突起および窪み、さらには接着溜りが有効である。

【0040】さて、本発明の特徴は円筒状ロータ磁石を複数個軸方向に積み上げて構成した点である。図6にそのことがわかるロータを第2の実施の形態として示した。この実施の形態では3個の磁石30a、30b、30cを軸方向に密着して連結し、各磁極を周方向に少しづつずらした例を示している。こうすることによって、極異方性を有する円筒状磁石でディテントトルクと励磁トルクのバランスを取り、その結果として、図5と同じ効果を持たせることができた。

【0041】図7に本発明の第3の実施の形態を示す。この図実施の形態は極異方性を有する2極の同一長さ且つ同一外径の円筒型磁石2個を軸方向に連結した例を示したものである。図6の3個の磁石を連結した場合に比べて使用磁石数が少ないだけ構成が簡単になる特徴がある。2個の磁石30a、30bの磁極は周方向に電気角で ϵ (度)だけずらしてある。なお、図示のではロータ磁極数が2極であるので、電気角と機械角は等しくなる。図中の矢印 M_1 、 M_2 はそれぞれ、磁石30aおよび30bの磁化容易軸方向を示している。

【0042】図8は本発明の第4の実施の形態を示した。この実施の形態も2個の磁石を軸方向に連結するタイプであるが、磁石30aと30bの連結部にスペーサ100がある点で図7の実施の形態とは異なる。スペーサ100の外径は磁石外径より小さくすることが好ましい。

【0043】図9は本発明の第5の実施の形態を示して

おり、この実施の形態も2個の磁石2個を軸方向に連結した第4の実施の形態に類似しているが、スペーサ100に磁石30a、30bの周方向の位置出し用突起102、103と、スリーブ101a、101bが一体的に付加されている点で第4の実施の形態とは異なる。磁石30a、30bには前述の突起102、103に対応する穴104a、104bが設けられており、これらを組み合わせることにより、磁石30a、30bの周方向のずれが電気角で ϵ (度)になるように設定されている。つまり、磁石30a、30bのニュートラルと位置出し穴104aまたは104bと成す角が機械角換算で ϵ/H (度)と成るように設定しておけばよい。ここで、Hは磁石30の磁極数を示す。従って、磁極数Hが2の本実施例では、 $\epsilon/2$ (度)となる。また、スリーブ101a、101bの長さ L_4 は磁石30a、30bの長さ L_3 より短い方が好ましい。その理由は $L_3 > L_4$ であれば、はみ出した接着材がロータ磁石30a、30bの中心穴に留まり、接着溜りの役目をさせることができるからである。もちろん、接着作業は回転軸21(図9では省略)を通してから行うことが好ましいことは当然である。さもないと、はみ出した接着剤で磁石の穴が塞がってしまう不具合をおこすからである。

【0044】図10に本実施の第6の実施の形態を示す。図6(a)は磁石を示し、図(b)はスリーブを示している。図6(a)の特徴は磁石30aの端面(図において左端面)に接着溜り40aが設けられている例を、また、図6(b)もスリーブ先端(図において左端)に接着溜り40bが設けられている例を示している。これらの接着溜りにより、磁石30aの周方向の位置決め(位置決めはスペーサ100の突起102、103で行う)後、ロータ磁石の端面に接着材を充填して接着強度を十分出すことができると同時に、接着材のはみ出しもなくすることができる。この接着溜りの形状は図のように円筒状ではなくて、やや大きな面取り(C0.5~C1.5)でも代用できる。また、磁石の中心穴近傍に接着溜り用の溝を設けてもよい。

【0045】図11はスペーサを用いずに磁石の周方向の位置出しを行っている本発明の実施の形態を示している。

【0046】各磁石30a、30bの端面に位置出し用溝を付加したもので、図ではロータ磁石の片端面のニュートラル位置上にV溝を施したロータ磁石を用いた例を示している。ロータ磁石の接着治具(図示せず)で2つの磁石の同心を取りつつ、治具片端面からV溝1000aを拾ってロータ磁石30aの周方向の絶対位置を決め、さらに、もう一方の端面から他端面のV溝1000bを拾って磁石30bの周方向の絶対位置決めを行い、着磁治具にセットした時、磁石30a、30bのなす角度が電気角で ϵ (度)になるように設定して、両V溝1000a、1000bに接着剤を注入して、磁石30

a、30bと回転軸21とを接着固定する。この際、V溝1000a、1000bは接着溜りも兼用している。このように、磁石30a、30bにV溝を施しておけば、スペーサを用いることなく精度良く確実にロータ磁石を構成できる。

【0047】図12は本発明の更に別の実施の形態を示し、図11の実施の形態の変形である。

【0048】図11の実施の形態ではV溝1000a、1000bはロータの反対面にあり、且つV溝は磁石のニュートラル軸上にある。しかし、図12の実施の形態では2つの磁石30a、30bのV溝は対向する同一面上にあり、且つV溝はニュートラル軸から電気角で $e/2$ （度）ずれており、これらを図のように同一軸で合わせるとロータ磁石の周方向のずれは電気角で e だけずれるように設定されている。なお、ピン2000a、2000bはV溝の合わせ面に挿入する位置出し用のピンであり、挿入したまま接着等により固定してしまってもよいし、位置出しした後ピンを抜いて、この溝に接着材を入れて固定してもよい。図12はピンと共に接着固定する場合の図を示している。

【0049】図13は本発明の更に別の実施の形態を示す。

【0050】図13(a)はロータ磁石（完成体）を、図13(b)はロータ磁石を構成する磁石単体（ワンピース分）を示している。本実施の形態では2個の同一形状の磁石の接合部が θ 度傾斜して加工されており、これらを付き合わせて一直線に成るように組み立てると2つの磁化容易軸の周方向のずれ量が e になるように設定されている。磁石単体では図13(b)に示すように、円筒部3000aと傾斜部3000bを組合わせた形状に加工されている。つまり傾斜部3000bのX点（最低部）とY点（最高部）とを結ぶ線と磁石の配向方向Mとの成す角を $e/2$ （図b参照）に設定しておけばよいことになる。このようにすれば、特別な溝や切り欠きをロータ磁石に設けることなく、安定して2つのロータ磁石の周方向のズレを出すことができる。

【0051】次に、ロータ1の着磁についてであるが、各々のロータ磁石を着磁した後、図9、10、11、12に示すように固定（例えば接着材等で）してもよいが、着磁後では接着する際、各々の磁石は磁石端面の極性から互いに反発するので作業がしにくいという欠点がある。その場合、図9～12で示した方法で、磁石着磁前に固定しておき、その状態で着磁してもよい。特に極異方性磁石どうしの場合には、平均的磁化容易軸（着磁時の磁界を電気角で $e/2$ の方向に合わせることで実現）方向で磁石を着磁治具にセットして、同時に着磁することが好ましい。この場合、着磁後の周方向のずれ量がねらいの角度 e より小さくなる傾向があるので、着磁前の周方向のずれ量をねらいのずれ量 e よりやや大き目（電気角で20～30％）に設定しておくことが好まし

い。

【0052】最後に磁石を軸方向に連結したときの各磁石の周方向のずれ量について説明する。

【0053】磁石の周方向のずらし量を電気角 e （度）（図7、8参照）を磁極数 H が2（個）である場合で種々実験した結果、磁石のずらし量 e は10～60（度）が適切であることが解った。ずらし量 e があまり小さいと（10度以下）ずらした効果がなく、ディテントトルクが十分低下しないからである。一方、ずらし量 e が大き過ぎると（60度以上）、磁石突き合わせ端部でのN、S極の磁束のキャンセル量が大きく成りすぎる欠点があると同時に、磁極数が $2H$ 個（ $H=2$ では4極）の磁石として振る舞い、図2で述べた動作をしなくなるからである。

【0054】また、磁石の連結数が2個以上の場合にも、各々の磁石間での最大のずらし量 e （度）が電気角で10から60（度）を超えない範囲でずらすことが好ましい。

【0055】実施の形態では磁石の磁極数 H が2に限って説明してきたが、本発明はロータ磁極数 H が2に限るものではない。なお、磁極数が H （個）の場合の電気角 θ_e （度）と機械角 θ_m （度）との関係は、 $\theta_m = 2\theta_e/H$ （度）であることは周知の事実である。

【0056】

【発明の効果】本発明によれば、安価な単相構造を持つアーマチュア構造で、加工が安価な円筒型磁石を軸方向に複数個連結して用いることにより、ディテントトルクと励磁トルクのバランスが取れた回転動作範囲の広いアクチュエータを構成することができた。

【0057】また、複数の磁石を軸方向に連結する際スペーサを設け、これにロータ位置決め用突起やスリーブ、接着溜りを付加することにより、精度よく、確実にロータを組立てることができる効果がある。特に、磁石連結数が2個の場合には、ロータ磁石端面に溝を設け、これを用いて周方向の位置出しを行えば、スペーサを用いずに精度よく簡単にできる。

【0058】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した単相のクローボール構造のアクチュエータの展開斜視図である。

【図2】単相のクローボール構造のアクチュエータの動作原理を示すための説明図であり、(a)はユニファイラ巻きでバイポーラ駆動の例、(b)はバイファイラ巻きでユニポーラ駆動の例を示す。

【図3】本発明の単相のクローボール構造のアクチュエータのトルク特性を示す図である。

【図4】本発明の単相のクローボール構造のアクチュエータのトルク特性を示す図である。

【図5】従来の磁極部を軸方向にカットしたロータ磁石の例を示す図である。

12

21 回轉軸

22 スリーブ

23 平板状ヨーク

25 極齒

26 端子台

27 端子

29 ボビン

30 ロータ磁石

10 30 a 磁石

30b 磁石

31 リング

100 スペーサ

101a スリーブ

101b スリーブ

102 突起

103 突起

104a 穴

104b 穴

20 1000 a V溝

1000bV溝

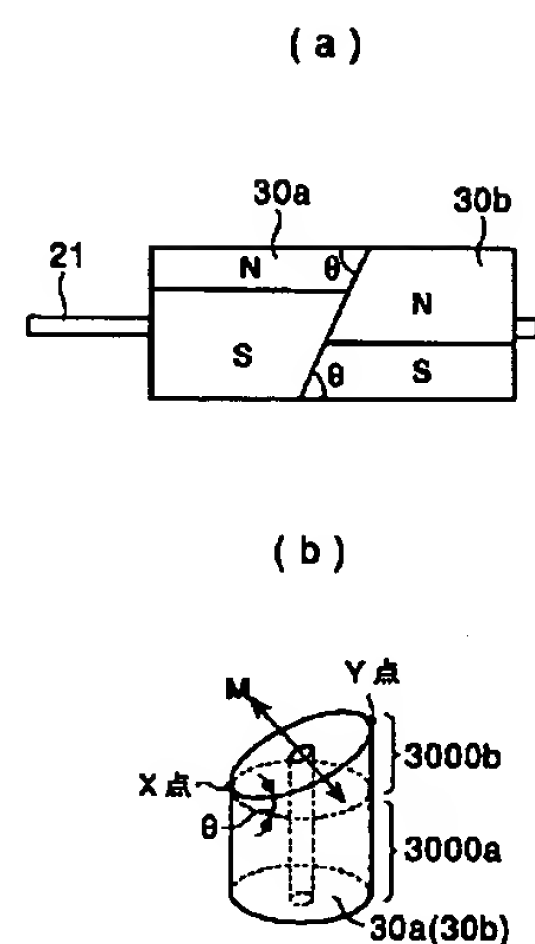
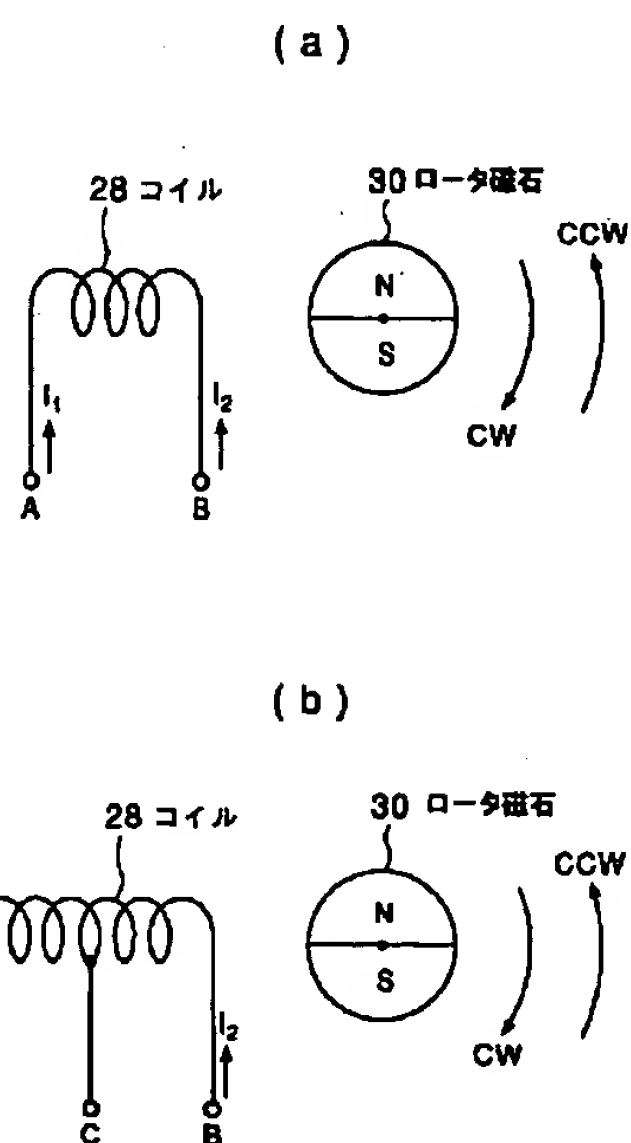
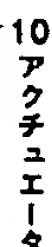
2000aピン

2000bピン

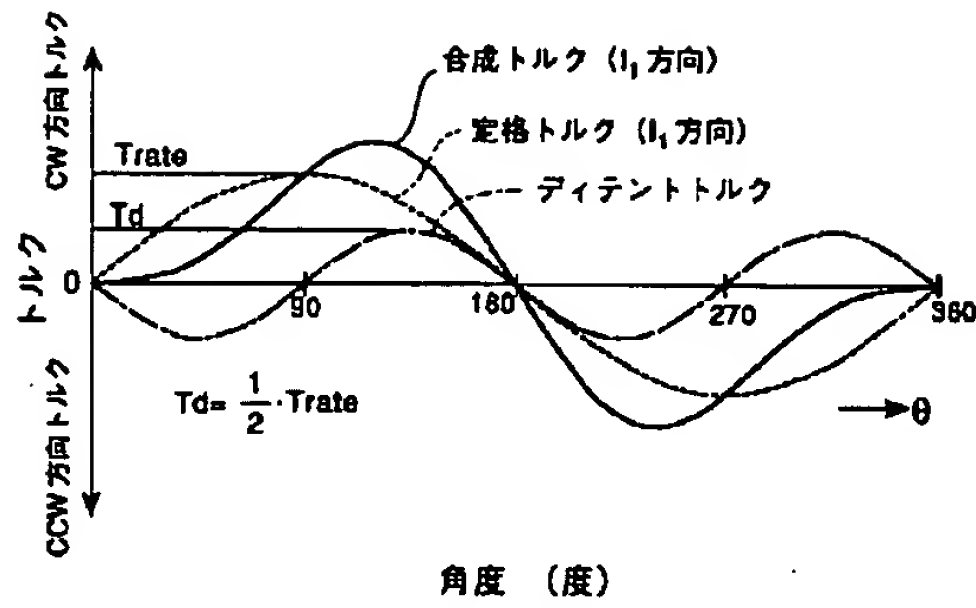
3000a円筒部分

3000b 傾斜部

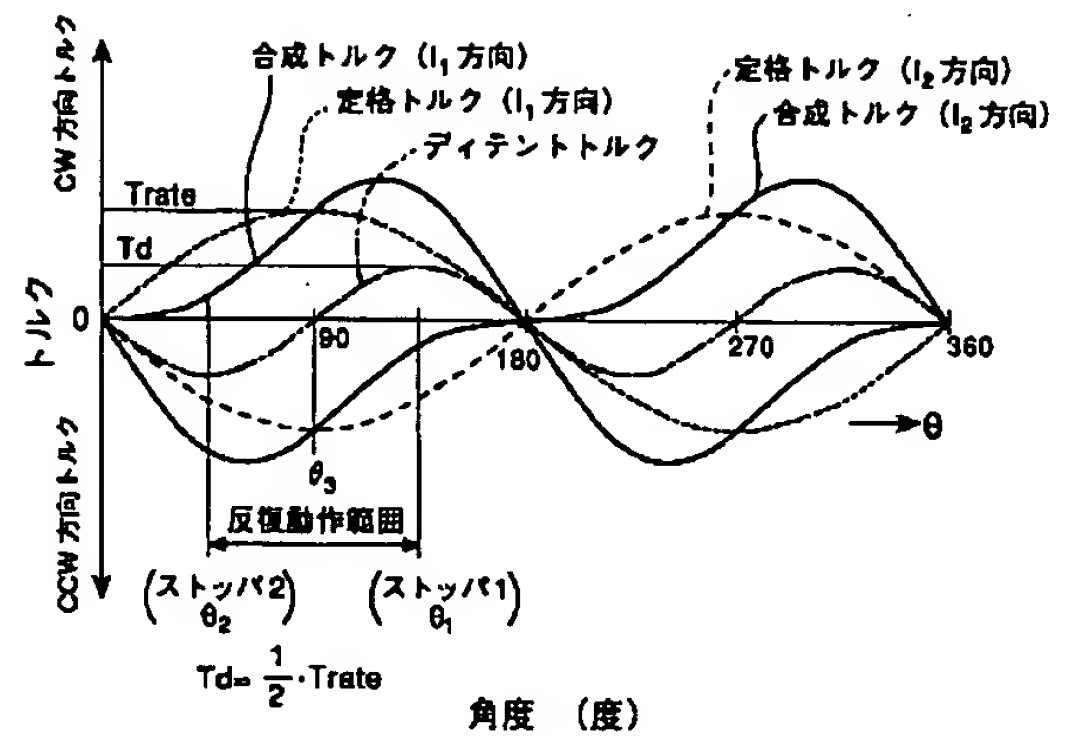
【图 13】



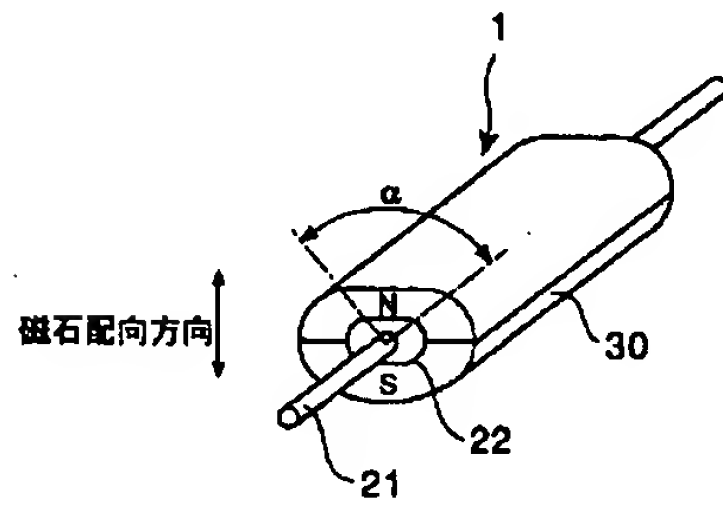
【図3】



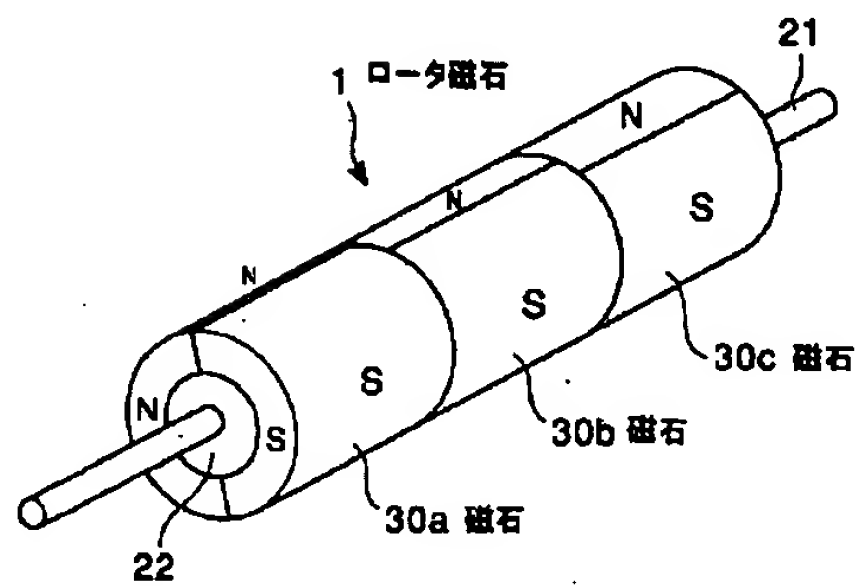
【図4】



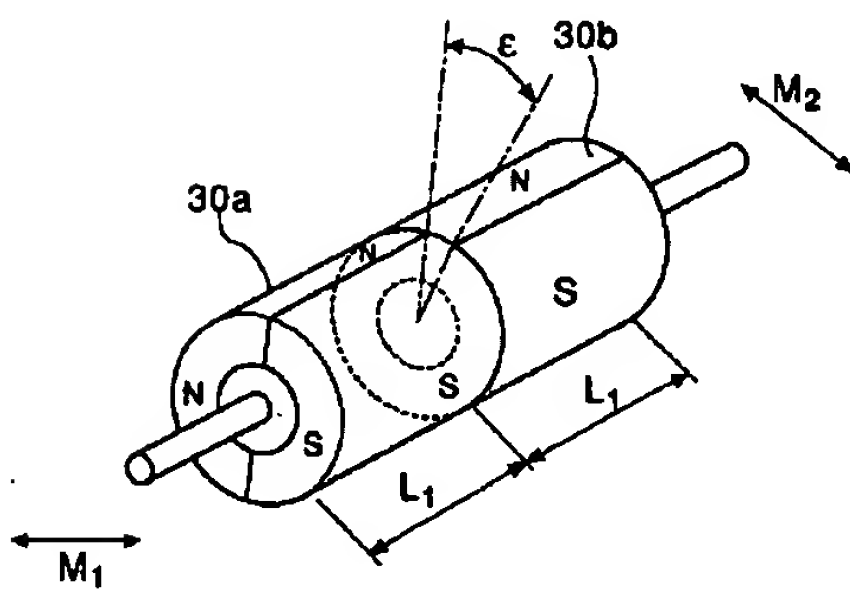
【図5】



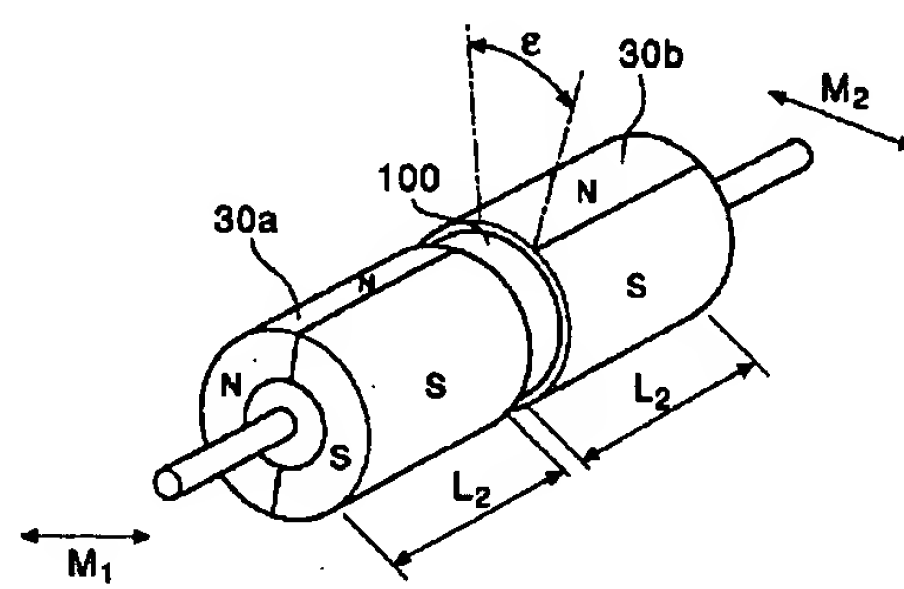
【図6】



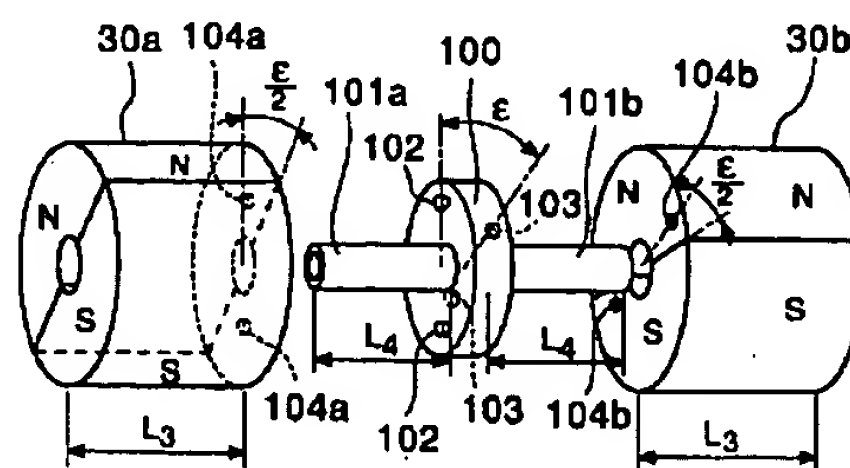
【図7】



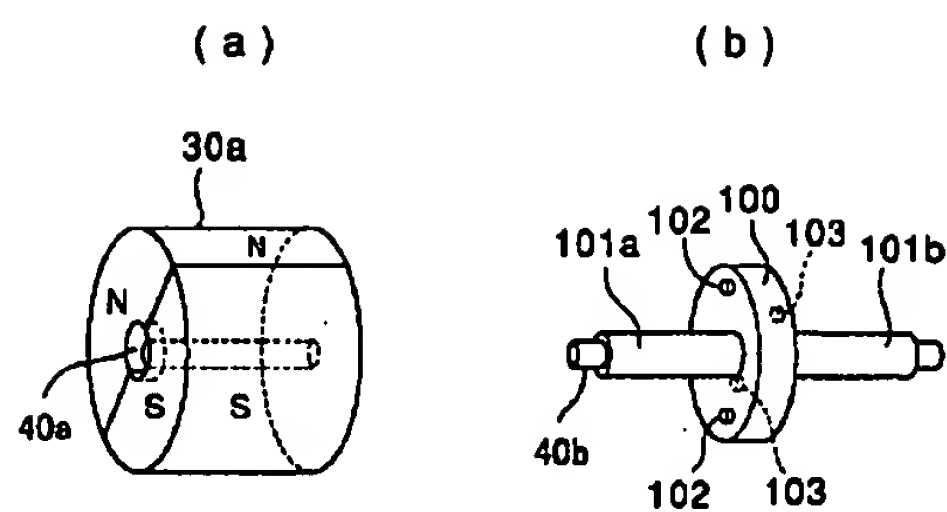
【図8】



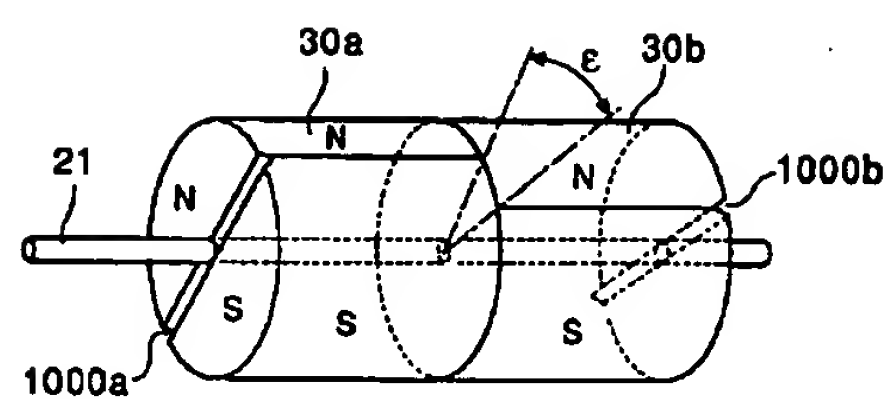
【図9】



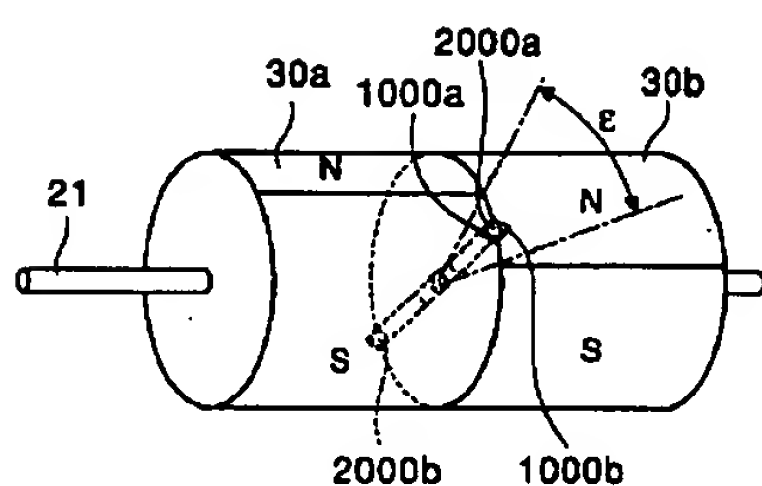
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 加川 正樹
 静岡県磐田郡浅羽町浅名1743-1 ミネベ
 ア株式会社開発技術センター内

Fターム(参考) 5H633 BB08 BB15 GG02 GG04 GG05
 GG09 GG12 GG16 GG21 HH03
 HH04 HH06 HH08 HH10 HH13
 HH14 HH24 HH25 JB04